

Lowering of the nitrogen oxide levels in exhaust gases by controlled addition of NH3

Veröffentlichungsnr. (Sek.) ☐ US6004524
 Veröffentlichungsdatum : 1999-12-21
 Erfinder : DAUDEL HELMUT (DE); GAERTNER UWE (DE); MORSBACH BERND (DE)
 Anmelder :: BASF AG (DE); MERCEDES BENZ AKTIENGESSELLSCHAFT (DE)
 Veröffentlichungsnummer : ☐ EP0554766, B1
 Aktenzeichen:
 (EPIDOS-INPADOC-normiert) US19930014407 19930205
 Prioritätsaktenzeichen:
 (EPIDOS-INPADOC-normiert) US19930014407 19930205; DE19924203219 19920205
 Klassifikationssymbol (IPC) : B01J8/00
 Klassifikationssymbol (EC) : B01D53/30, B01D53/94F2, B01D53/94Y, F01N3/20D
 Korrespondierende Patentschriften ☐ DE4203219

Bibliographische Daten

A process for selective catalytic reduction of nitrogen oxides from exhaust gases, preferably those from diesel engines in vehicles, using pulsed superstoichiometric addition of NH3 or NH3-releasing substances, comprises controlling the pulsed superstoichiometric addition of NH3 in such a way that, after it has started, the addition is interrupted again only when the amount of NH3 stored in the catalyst has reached a specific upper threshold value which is predetermined in accordance with the catalyst properties and the catalyst volume, the amount of NH3 stored being calculated from the difference between the metered amount of NH3 and the amount of NOx separated off, which is determined from the NOx concentration in the exhaust gas and the average degree of separation, and the addition of NH3 is resumed only when the amount of NH3 stored in the catalyst, which is determined in the same way, has reached a predetermined lower threshold value, this pulsed addition of NH3 being interrupted after a predetermined number of cycles until the amount of NH3 stored in the catalyst, which is determined in the manner described, has completely reacted, this completing one entire cycle of the pulsed addition of NH3.

Daten aus der esp@cenet Datenbank -- 12

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 554 766 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93101156.3**

(51) Int. Cl.⁵: **B01D 53/36**

(22) Anmeldetag: **27.01.93**

(30) Priorität: **05.02.92 DE 4203219**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.08.93 Patentblatt 93/32

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(71) Anmelder: **BASF Aktiengesellschaft**
Carl-Bosch-Strasse 38
W-6700 Ludwigshafen(DE)
Anmelder: **MERCEDES-BENZ AG**
Mercedesstrasse 136
W-7000 Stuttgart 60(DE)

(72) Erfinder: **Morsbach, Bernd**
Utestrasse 22
W-6700 Ludwigshafen(DE)
Erfinder: **Daudel, Helmut**
Krebsgaessle 14
W-7060 Schorndorf(DE)
Erfinder: **Gaertner, Uwe**
Ziegeleistrasse 14
W-7056 Weinstadt(DE)

(54) **Verfahren zur Stickoxidminderung in Abgasen durch gesteuerte NH₃-Zugabe.**

(57) Verfahren zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden aus Abgasen, vorzugsweise aus Abgasen von Kraftfahrzeugdieselmotoren unter getakteter überstöchiometrischer Zugabe von NH₃ oder NH₃-freisetzenden Stoffen, wobei die getaktete überstöchiometrische NH₃-Zugabe in der Weise gesteuert wird, daß die Zugabe nach ihrem Start erst dann wieder unterbrochen wird, wenn die im Katalysator gespeicherte NH₃-Menge einen bestimmten, entsprechend den Katalysatoreigenschaften und dem Katalysatorvolumen vorgegebenen, oberen Schwellenwert erreicht hat, wobei die gespeicherte NH₃-Menge aus der Differenz zwischen der dosierten NH₃-Menge und der abgeschiedenen NO_x-Menge, bestimmt aus der NO_x-Konzentration im Abgas und dem durchschnittlichen Abscheidegrad, berechnet wird und die NH₃-Zugabe erst wieder erneut einsetzt, wenn die in gleicher Weise bestimmte, im Katalysator gespeicherte NH₃-Menge einen vorgegebenen unteren Schwellenwert erreicht hat, wobei diese getaktete NH₃-Zugabe nach einer vorbestimmten Anzahl von Zyklen so lange unterbrochen wird, bis die, auf die beschriebene Weise bestimmte, im Katalysator gespeicherte NH₃-Menge vollständig abrea-

giert ist, womit ein Gesamtzyklus der getakteten NH₃-Zugabe abgeschlossen ist.

EP 0 554 766 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden aus Abgasen, vorzugsweise aus Abgasen von Kraftfahrzeugdieselmotoren unter getakteter überstöchiometrischer Zugabe von NH_3 oder NH_3 -freisetzenden Stoffen.

Die Stickoxidemissionen in den modernen Industriestaaten werden durch die Emittenten, Verkehr, fossil befeuerte Kraftwerke und Industrieanlagen bestimmt. Während die Kraftwerks- und Industrieemissionen durch den Bau entsprechender Abgasreinigungsanlagen zurückgehen, tritt der Anteil des Verkehrs immer mehr in den Vordergrund. Daneben sind Minderungsmaßnahmen an kleineren Gasquellen und der Betrieb bei Temperaturen zwischen 100°C und 300°C zunehmend von Bedeutung.

Beim Benzinmotor können die Stickoxide auf bekannte Weise durch einen Drei-Wege-Katalysator bei stöchiometrischer Fahrweise reduziert werden, wobei die unverbrannten bzw. teiloxidierten Komponenten des Abgases als Reduktionsmittel für die gebildeten Stickoxide idealerweise im stöchiometrischen Verhältnis zur Verfügung stehen.

Beim gemischgeregeltten Dieselmotor ist diese Art der Stickoxidminderung durch die prinzipbedingt überstöchiometrische Fahrweise nicht möglich. Andererseits haben die Stickoxidemissionen aus Dieselmotoren, insbesondere aus den im Nutzfahrzeugsbereich dominierenden verbrauchsgünstigen Direkteinspritzern einen hohen Anteil an den Gesamtemissionen.

Aus der DE 24 58 888 ist ein Katalysator bekannt, mit dem Stickoxide unter Zusatz von NH_3 als Reduktionsmittel selektiv zu Stickstoff und Wasser umgesetzt werden. Dieser Katalysator wird in großem Umfang eingesetzt in einem Verfahren zur Stickoxidminderung von Kraftwerksabgasen, bei dem dem Rauchgas, bezogen auf den gewünschten Umsatz, NH_3 im stöchiometrischen Verhältnis kontinuierlich zugegeben wird.

Dieses Verfahren ist in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben. Zur Regelung der NH_3 -Dosierung ist bei diesem Verfahren eine Messung der NO_x -Eintritts- und Austrittskonzentration neben der Bestimmung der Rauchgasmenge erforderlich.

Diese Regelung hat sich bei dem im Kraftwerksbereich auftretenden langsamen Abgasmengen- und NO_x -Konzentrationsänderungen als vorteilhaft erwiesen, ist jedoch für die außerordentlich starken und schnellen Mengen- und Konzentrationsänderungen, wie sie im Betrieb eines Nutzfahrzeugdieselmotors auftreten, aufgrund der großen Zeitkonstanten der Regelung ungeeignet. Weiterhin führt diese Regelung im Bereich niedriger Temperaturen (100°C bis 300°C) zu einer schlechten Ausnutzung des Katalysatormaterials, wodurch sehr große Katalysa-

torvolumina erforderlich sind.

In der Zeitschrift "Chemical Engineering Science", Jahrgang 43, 1988, Nr. 8, Seiten 2073 bis 2078, Artikel "Extended Reactor Concept for Dynamic Denox Design", wird dargestellt, daß eine adsorptive Beladung des Katalysators mit NH_3 unter anschließender Arbeitsphase, in der das adsorbierte NH_3 mit dem NO_x des zu behandelnden Gases abreagiert, von Vorteil ist. Bei dieser Betriebsweise sind aufgrund der Vorbeladung des Katalysators mit NH_3 starke Schwankungen von Abgasmenge und NO_x -Konzentration kein Problem. Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, daß die Durchströmungsrichtung durch den Katalysator periodisch umgekehrt werden muß, um einen definierten Beladungszustand des Katalysators zu erhalten.

Diesen Nachteil umgeht eine Regelung der NH_3 -Dosierung, wie sie in der DE 38 25 206 beschrieben ist. Diese Regelung sieht eine getaktete überstöchiometrische Zudosierung des Reduktionsmittels NH_3 ohne Strömungsumkehr vor, erreicht jedoch in der beschriebenen Betriebsweise keinen definierten Beladungszustand des Katalysators, der für eine hohe NO_x -Abscheideleistung des Katalysators bei Betrieb mit starken Schwankungen der Abgasmenge und der NO_x -Konzentration im Abgas aber auch bei niedrigen Betriebstemperaturen erforderlich ist; ein Mangel, der auch durch die Messung beider NO_x -Konzentrationen nicht ausgeglichen werden kann.

Die Nachteile dieser beiden beschriebenen Verfahren, periodische Strömungsumkehr bzw. undefinierter Beladungszustand des Katalysators machen den Einsatz derselben im Nutzfahrzeugsbereich unpraktikabel.

Es stellte sich daher die Aufgabe, die Stickoxidemissionen von Kraftfahrzeugdieselmotoren zu mindern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die getaktete überstöchiometrische NH_3 -Zugabe in der Weise gesteuert wird, daß die Zugabe nach ihrem Start erst dann wieder unterbrochen wird, wenn die im Katalysator gespeicherte NH_3 -Menge einen bestimmten, entsprechend den Katalysatoreigenschaften und dem Katalysatorvolumen vorgegebenen, oberen Schwellenwert erreicht hat, wobei die gespeicherte NH_3 -Menge aus der Differenz zwischen der dosierten NH_3 -Menge und der abgeschiedenen NO_x -Menge, bestimmt aus der NO_x -Konzentration im Abgas und dem durchschnittlichen Abscheidegrad, berechnet wird und die NH_3 -Zugabe erst wieder erneut einsetzt, wenn die in gleicher Weise bestimmte, im Katalysator gespeicherte NH_3 -Menge einen vorgegebenen unteren Schwellenwert erreicht hat, wobei diese getaktete NH_3 -Zugabe nach einer vorbestimmten Anzahl von Zyklen so lange unterbrochen wird, bis die, auf die beschriebene Weise bestimmte, im

Katalysator gespeicherte NH_3 -Menge vollständig abreagiert ist, womit ein Gesamtzyklus der getakteten NH_3 -Zugabe abgeschlossen ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Katalysator in einer Beladungsphase durch überstöchiometrische Zugabe von NH_3 mit NH_3 beladen. Durch diese Beladung bildet sich im Katalysator eine relativ steile NH_3 -Adsorptionsfront aus, wie umfangreiche Untersuchungen gezeigt haben. Mit dem Fortschreiten dieser Adsorptionsfront im Katalysator nimmt die im Katalysator gespeicherte NH_3 -Menge zu, und die sich als Differenz zwischen der zugegebenen und der mit NO_x abreagierten Menge berechnen läßt. Die Zugabe von NH_3 wird abgeschaltet, wenn die im Katalysator gespeicherte NH_3 -Menge einen Wert erreicht hat, bei dem die Adsorptionsfront gerade so weit fortgeschritten ist, daß die zugehörige NH_3 -Konzentration in der Gasphase im dahinterliegenden Teil des Katalysators durch Adsorption und Reaktion so abgesenkt wird, daß am Austritt des Katalysators keine unzulässigen Restkonzentrationen an NH_3 auftreten.

Diese NH_3 -Menge ist durch Versuche oder reaktionskinetische Betrachtungen im einzelnen Anwendungsfall zu ermitteln und kann als fester Wert oder als Kennfeld in Abhängigkeit verschiedener Betriebsparameter festgelegt werden. Die dem Katalysator in einem Zyklus, d.h. in der Beladephase und der sich anschließenden Abreaktionsphase ohne NH_3 -Zugabe vom Dieselmotor zugeführte NO_x -Menge läßt sich aus den Motorbetriebsdaten Drehzahl und Regelstangenweg oder anderen Betriebsparametern unter Zuhilfenahme des bekannten Motorkennfeldes über die Zeit näherungsweise aufintegrieren. Für andere Abgasquellen sind im allgemeinen ähnliche näherungsweise Berechnungen anhand relevanter Parameter möglich.

Aus dieser NO_x -Menge im Abgas läßt sich mit Hilfe eines mittleren Abscheidegrades die abreagierte NH_3 -Menge bestimmen, so daß als Differenz zu der zugegebenen NH_3 -Menge eine kontinuierliche Berechnung der im Katalysator gespeicherten NH_3 -Menge möglich ist. Diese Berechnung läßt sich durch die Einbeziehung eines Kennfeldes des Abscheidegrades, welches die Abhängigkeit von den hauptsächlichsten Parametern Drehzahl oder Abgasmenge, NO_x im Abgas, Katalysatortemperatur und NH_3 -Beladung darstellt, noch verfeinern.

Wenn diese mitlaufend berechnete, gespeicherte NH_3 -Menge in der Abreaktionsphase einen vorgegebenen unteren Schwellenwert unterschritten hat, ist der erste Einzelzyklus beendet und der nächste Einzelzyklus wird in gleicher Weise durch erneute NH_3 -Zugabe begonnen.

Da die gespeicherte NH_3 -Menge nur indirekt errechnet und nicht durch eine Messung kontrolliert wird, ergibt sich zwangsläufig eine Diskrepanz zwischen errechneter und tatsächlich gespeicherter

NH_3 -Menge, die natürlicherweise mit jedem Einzelzyklus größer wird und entweder zu einer zu geringen Beladung mit zu geringen Abscheidegraden führt oder zu einer zu hohen Beladung mit einem Durchbruch von unreaktiertem NH_3 . Dieses Problem wird unter Umgehung einer Konzentrationsmessung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß nach einer vorgegebenen Anzahl von Einzelzyklen durch Abschaltung der NH_3 -Zugabe die im Katalysator gespeicherte NH_3 -Menge durch Reaktion mit NO_x vollständig oder zumindest weitgehend aufgebraucht wird, wodurch wiederum ein definierter Beladungszustand erreicht wird. Diese Entladungsphase muß über den Zeitpunkt hinaus erfolgen, an dem rechnerisch kein NH_3 oder nur noch eine insgesamt vernachlässigbare Menge im Katalysator gespeichert ist, um die Differenzen zwischen errechnetem und tatsächlichem Beladungszustand des Katalysators abzugleichen, bevor mit der erneuten NH_3 -Zugabe ein neuer Gesamtzyklus beginnt.

Diese Steuerung der NH_3 -Zugabe kann erfindungsgemäß weiterhin verbessert werden, wenn hinter dem Katalysator eine Messung der NO_x -Konzentration, beispielsweise als Emissionsmeßstelle, zur Verfügung steht, oder mit vertretbarem Aufwand installiert werden kann. Der am Ende eines Gesamtzykluses angestrebte definierte Beladungszustand des Katalysators kann in diesem Fall anstatt durch vollständiges Abreagieren des gespeicherten NH_3 mit NO_x auch durch den Abfall der NO_x -Abscheidung auf ein vorgegebenes Niveau bestimmt werden, was ebenfalls einem definierten Beladungszustand entspricht. Daraus ergibt sich erfindungsgemäß der Vorteil, daß die Entladungsphase beendet wird und die NH_3 -Zugabe wieder einsetzen kann bevor die NO_x -Abscheidung ganz zurückgeht, was unvermeidlich ist, wenn das gespeicherte NH_3 vollständig abreagiert. Auf diese Weise läßt sich eine deutliche Steigerung des mittleren Abscheidegrades erreichen.

Das vorgegebene Niveau der NO_x -Abscheidung, das das Ende der Entladungsphase definiert, kann entweder als eine bestimmte NO_x -Konzentration hinter dem Katalysator oder als ein bestimmter Abscheidegrad oder auch unter Zuhilfenahme des beschriebenen Abscheidungskennfeldes als bestimmter NH_3 -Beladungszustand definiert werden.

Weiterhin ist es erfindungsgemäß möglich, die über einen Gesamtzyklus gemessene NO_x -Konzentration hinter dem Katalysator und die zudosierte NH_3 -Menge aufzuintegrieren und mit Hilfe dieser Werte eine NH_3 -Bilanz über den Gesamtzyklus aufzustellen, die dann mit der mitlaufend errechneten NH_3 -Beladung verglichen werden kann, wodurch im Sinne eines selbstlernenden Regelungssystems eine Korrektur der der Rechnung zugrunde liegenden Kennfelder erfolgen kann. Dabei können

Störungseinflüsse diese Korrekturen über das zu erwartende Maß ansteigen lassen. In diesem Fall kann erfindungsgemäß eine Begrenzung eintreten und eine Störungsmeldung von der Regelung abgegeben werden. Ergeben sich jedoch nur geringe Korrekturen, so ist erfindungsgemäß eine Anpassung der Zahl der Einzelzyklen eines Gesamtzyklus in der Weise möglich, daß bei guter Übereinstimmung der gemessenen mit den berechneten Werten die Zahl der Einzelzyklen erhöht bzw. bei schlechter Übereinstimmung erniedrigt werden kann.

Eine weitere Verbesserung der NH_3 -Dosierung ist erfindungsgemäß durch eine Messung der NO_x -Konzentration im Abgas möglich, da so die unvermeidlichen Fehler bei der Bestimmung dieser Konzentration und des Abscheidegrades aus den Kennfeldern vermieden werden können. Außerdem kann so der nicht unbeträchtliche Aufwand für die Ermittlung dieser Kennfelder eingespart werden. Gleichzeitig ermöglicht die Messung beider NO_x -Konzentrationen eine Kontrolle des Abscheidegrades über die Zeit, was eine Warnmeldung bei zu starkem Abfall der Abscheideleistung ermöglicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden aus Abgasen, vorzugsweise aus Abgasen von Kraftfahrzeugdieselmotoren unter getakteter überstöchiometrischer Zugabe von NH_3 oder NH_3 -freisetzenden Stoffen; dadurch gekennzeichnet, daß die getaktete überstöchiometrische NH_3 -Zugabe in der Weise gesteuert wird, daß die Zugabe nach ihrem Start erst dann wieder unterbrochen wird, wenn die im Katalysator gespeicherte NH_3 -Menge einen bestimmten, entsprechend den Katalysatoreigenschaften und dem Katalysatorvolumen vorgegebenen, oberen Schwellenwert erreicht hat, wobei die gespeicherte NH_3 -Menge aus der Differenz zwischen der dosierten NH_3 -Menge und der abgeschiedenen NO_x -Menge, bestimmt aus der NO_x -Konzentration im Abgas und dem durchschnittlichen Abscheidegrad, berechnet wird und die NH_3 -Zugabe erst wieder erneut einsetzt, wenn die in gleicher Weise bestimmte, im Katalysator gespeicherte NH_3 -Menge einen vorgegebenen unteren Schwellenwert erreicht hat, wobei diese getaktete NH_3 -Zugabe nach einer vorbestimmten Anzahl von Zyklen so lange unterbrochen wird, bis die, auf die beschriebene Weise bestimmte, im Katalysator gespeicherte NH_3 -Menge vollständig abreagiert ist, womit ein Gesamtzyklus der getakteten NH_3 -Zugabe abgeschlossen ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die im Abgas enthaltene NO_x -Konzentration näherungsweise aus den relevanten Prozeßparametern des Prozesses berechnet wird, in dem das Abgas entsteht, beim Dieselmotor insbesondere aus den Kennfeldern auf Basis von Motordrehzahl, Regelstangenweg und Ladedruck.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der durchschnittliche Abscheidegrad bestimmt wird aus Abscheidungskennfeldern auf Basis der für die katalytische Reduktion relevanten Parameter, insbesondere der Katalysatortemperatur, der Abgasmenge, der NO_x -Konzentration im Abgas und dem NH_3 -Beladungszustand.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der obere und untere Schwellenwert für das Zu- bzw. Abschalten der NH_3 -Zugabe in Form eines Kennfeldes, vorzugsweise eines Kennfeldes in Abhängigkeit von Motordrehzahl und Abgastemperatur vorgegeben wird.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die NO_x -Konzentration hinter dem Katalysator gemessen wird und die Unterbrechung der NH_3 -Dosierung nach der vorbestimmten Anzahl von Zyklen nicht bis zur vollständigen Abreaktion des im Katalysator gespeicherten NH_3 andauert, sondern bereits wieder eine erneute NH_3 -Zugabe erfolgt, wenn ein vorgegebener Schwellenwert von der NO_x -Konzentration hinter dem Katalysator überschritten wird.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellenwert der NO_x -Konzentration hinter dem Katalysator nach Anspruch 5 in Abhängigkeit der momentanen Werte der NO_x -Konzentration vor dem Katalysator, der Abgasmenge und der Katalysatortemperatur bestimmt wird.
7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellenwert der NO_x -Konzentration hinter dem Katalysator nach Anspruch 5 aus dem Abscheidungskennfeld nach Anspruch 3 so bestimmt wird, daß ein bestimmter, vorgegebener Wert des NH_3 -Beladungszustandes nicht überschritten wird.
8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß über den Gesamtzyklus die NO_x -Konzentration im Abgas aus der gemessenen NO_x -Konzentration hinter Ka-

talysator, dem Abgasstrom und der zugegebenen NH_3 -Menge berechnet wird und mit Hilfe dieses Rechenwertes die Berechnung der NO_x -Konzentration im Abgas nach Anspruch 2 fortlaufend korrigiert wird.

5

9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Abscheidungskennfeld nach Anspruch 3 über die gemessene NO_x -Konzentration nach Anspruch 5 laufend korrigiert wird. 10
10. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturen nach den Ansprüchen 8 und 9 auf vorgegebene Prozentsätze von den Ausgangswerten begrenzt sind und das Erreichen dieser Grenzen gemeldet wird. 15
11. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Anzahl der Einzelzyklen eines Gesamtzyklus in Abhängigkeit der Größe der errechneten Korrekturen nach den Ansprüchen 8 und 9 vergrößert oder verkleinert wird. 20 25
12. Verfahren nach Anspruch 1 und den Ansprüchen 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß auch die NO_x -Konzentration im Abgas gemessen wird und damit deren Berechnung nach Anspruch 2 entfällt, sowie die Berechnung des mittleren Abscheidegrades nach Anspruch 3 auf Basis der gemessenen NO_x -Konzentrationen im Abgas und hinter dem Katalysator erfolgt. 30 35
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der gemessene Abscheidegrad über die Betriebszeit statistisch ausgewertet wird und damit ein stärkerer Abfall des Abscheidegrades über die Betriebszeit angezeigt werden kann. 40

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 1156

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
P, A	EP-A-0 515 857 (BASF AG) 2. Dezember 1992 * Spalte 2, Zeile 22 - Spalte 3, Zeile 21; Ansprüche 1-11 *	1, 2, 4, 5, 7	B01D53/36
A	WO-A-8 300 057 (CATERPILLAR TRACTOR CO.) * Ansprüche 1-23; Abbildung 4 *	1, 2, 7	
A	EP-A-0 277 765 (NIPPON SHOKUBAI KK) * Ansprüche 1-10; Abbildung 2 *	1, 2, 7	
A	DE-A-3 740 675 (KRC UMWELTECHNIK GMBH) * Spalte 1, Zeile 29 - Spalte 2, Zeile 59; Ansprüche 1-3 *	1-3, 5, 7, 9, 10	
A	DE-A-3 615 021 (RUHRGAS AG) * Ansprüche 1-12; Abbildungen 1, 2 *	1-3, 7	
A	DE-A-3 721 572 (JENBACHER WERKE AG) * Ansprüche 1-6; Abbildung 1 *	1-3, 5, 7-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	DE-A-3 337 793 (L & C STEINMÜLLER GMBH) * Ansprüche 1-3; Abbildung 1 *	1, 3, 5-9	B01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12 MAI 1993	
		Prüfer EIJKENBOOM T.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			